

汽车线束设计及可靠性分析

夏军安 王卓 秦涵哲
陕西重型汽车有限公司 陕西 西安 710200

摘要: 汽车线束系统是汽车的重要组成部分,负责传输电能和信号,对于汽车的性能和安全性具有至关重要的影响。本文简要介绍了汽车线束设计原则与流程以及熔断器与车用导线选择,分析了汽车线束的可靠性,以为汽车线束系统的优化设计提供参考。

关键词: 汽车线束;系统设计;可靠性

引言

随着汽车技术的不断发展和进步,汽车的功能和性能越来越复杂,对于汽车电气系统的可靠性也提出了更高的要求。而汽车线束系统作为汽车电气系统的核心组成部分,其可靠性直接关系到汽车的安全性、可靠性和行驶性能。因此,对于汽车线束系统的可靠性及线束设计进行分析和研究具有重要的现实意义。

1 汽车线束系统设计

1.1 汽车线束设计原则与流程

汽车线束设计的原则主要有安全性、可靠性、经济性和可维护性四种,其中,线束设计必须以可靠性为首要原则。线束的可靠性不仅包括其在各种环境条件下的物理稳定性,也包括其电气性能的可靠性。例如,线束应能在高温、低温、潮湿、振动等恶劣环境下维持其电气性能。同时,线束设计应确保安全性,避免因电气系统故障而引起的潜在风险。例如,应使用防火材料来保护电线,以防止火灾的发生。而在满足可靠性和安全性的前提下,线束设计还应尽量降低成本。这通常涉及到选择合适的电线和连接器类型,以及优化线束的布局和长度。此外,线束设计应使其易于维护。例如,应使线束和连接器易于更换,以便在出现故障时进行维修。因此,汽车线束设计是一个复杂的过程,需要综合考虑各种因素如安全性可靠性经济性等,不仅要进行需求分析和规划初步详细设计模拟和验证,还要准备生产并不断完善生产工艺最终实现批量生产。详细来说,其具体设计流程如下:(1)根据车辆的具体要求和规格,明确线束的设计需求,如导线类型、电压等级、电流容量、传输速率等。同时,要明确线束的主要功能和作用,如电源分配、信号传输、传感器连接等。(2)根据需求分析和规划的结果,进行初步的线束设计。这包括确定线束的总体布局、导线型号和规格、连接器的选型和位置、保护措施等。同时,要考虑线束与其他部件的干涉

和协调问题。(3)在初步设计的基础上,进行详细的线束设计。这包括确定线束的具体走向、固定方式、保护措施等,同时要考虑到安装、维修、检测等实际操作中的方便性和可行性。此外,还要进行热分析、电磁兼容性分析等相关分析。(4)利用相关的模拟软件对设计的线束进行模拟和分析,以验证其性能和可靠性,这包括电气性能测试、环境适应性测试、机械强度测试等,以确保线束在实际使用中能够满足设计要求。(5)完成模拟和验证后,对线束设计进行最后的调整和完善,然后准备生产。在此阶段,需要制定生产工艺、准备生产设备、编写操作指南等。最后,按照调整后的设计进行批量生产,同时进行实际道路测试和用户反馈,根据测试和反馈结果对生产工艺和设计进行调整和优化。

1.2 熔断器与车用导线选择

一方面,熔断器是一种电路保护装置,当电路中的电流超过规定值时,熔断器会因过热而熔断,从而切断电流,保护电路免受损坏。在汽车线束系统中,熔断器的容量应根据线束系统的负载和电流要求进行选择。如果熔断器的容量过小,当电路中的电流超过其承受范围时,熔断器可能会过早熔断,从而引发安全隐患。因此,在选择熔断器时,应根据线束系统的实际需求进行合理的匹配。其次,熔断器可分为多种类型,如玻璃管式、陶瓷管式、合金式等。不同类型的熔断器具有不同的特性,应根据线束系统的特殊需求进行选择。例如,玻璃管式熔断器具有较高的电压等级和电流容量,适用于高电压、大电流的电路保护。此外,熔断器的安装位置应考虑到便于维护和更换。一般来说,熔断器应安装在易于接近的位置,以便于在需要更换时方便操作。另一方面,车用导线的主要作用是传输电能和信号,连接汽车各电器部件。在选择车用导线时,需要考虑以下因素:第一,车用导线的规格应根据线束系统的电流容量和电压等级进行选择。一般来说,导线越粗,其载流量

越大^[1]。因此,在选择车用导线时,应根据线束系统的实际需求选择合适的规格。第二,车用导线可分为多种类型,如单股线和多股线、铜线和铝线等。不同类型的导线具有不同的特性,应根据线束系统的特殊需求进行选择。例如,单股线和铜线具有较高的导电性能和耐腐蚀性能,适用于高电压、大电流的电路。第三,车用导线的绝缘材料应具有良好的电气性能和机械性能,并能抵抗各种环境因素的侵蚀。常用的绝缘材料包括聚氯乙烯、橡胶、聚氨酯等。在选择绝缘材料时,应根据线束系统的工作环境和实际需求进行选择。

2 汽车线束系统可靠性分析

2.1 回路设计可靠性

汽车线束系统可靠性分析中的回路设计可靠性是确保汽车线束系统正常运行的重要环节,而回路设计指在系统中建立一个连续的电路路径,以确保电流的正确流动和电路的正常工作。其中,根据汽车电气系统的需求,选择合适的导线类型和规格是回路设计的第一步。需要考虑的因素包括导线的绝缘层、截面积、耐温等级等。这些因素不仅直接影响到导线的安全性和可靠性,还关系到整个电气系统的正常运行。在选择导线类型和规格时,要充分考虑导线的机械强度、电流承载能力、电压等级等方面的要求,以确保导线能在各种工作条件下安全可靠地工作。第二,回路布局是整个电气系统的基础,布局不合理会导致导线的交叉和弯曲增多,从而增加线束的长度和重量,还会影响电气系统的可靠性。因此,在回路设计中,要尽可能优化回路布局,使导线尽量平直,减少交叉和弯曲。第三,根据汽车的结构和设计要求,要确定回路的走向。回路的走向要尽量避开高温、振动、腐蚀等恶劣环境,同时还要考虑到装配和维修的方便性。在确定回路的走向时,还要根据汽车的使用特点和实际情况进行综合考虑。例如,对于一些经常需要维修的部位,要确保回路布局简洁明了,易于维修;对于一些空间较小的部位,要合理利用空间,避免回路布局过于复杂。第四,汽车电气系统在工作时会产生热量,如果不能及时散热,会对电气系统的可靠性产生严重影响^[2]。因此,在回路设计中,要考虑到热效应对电气系统的影响。例如,要选择合适的导线类型和规格,以降低导线的发热量;此外,还可以采取一些散热措施,如加装散热器、采用水冷等散热方式等。在考虑热效应时,要充分考虑到电气系统的散热情况和使用环境等方面的因素。第五,在回路设计完成后,要对整个系统进行性能校核。这包括电气性能的校核、机械性能的校核以及环境性能的校核等多个方面。例如,要进行

导线的绝缘电阻测试、连接器的插拔试验等性能测试;同时还需要考虑到整个系统的耐久性、可靠性等方面的要求。通过性能校核可以发现潜在的问题并提前进行改进,从而提高整个系统的可靠性。

2.2 端子和连接器可靠性

一方面,端子是用于连接电缆和导线的电气连接器,其可靠性直接影响到整个线束系统的稳定性和安全性。而一个好的端子应具备较高的导电性和导热性,同时还要具备一定的机械强度和耐腐蚀性。在制造过程中,需要严格控制质量和精度,特别是在冲压、压铸、车削等工艺环节中,要确保端子的形状和尺寸精度以及表面质量。另外,端子的连接方式主要有压接和焊接两种。压接方式能够保证端子和导线的接触面积较大,从而实现更好的导电性能。同时,为了防止端子和导线的接触不良,需要采用合理的压接方式和选用合适的压接工具。对于焊接方式则需要保证焊接质量和焊点的稳定性,防止虚焊、漏焊等问题。同时,端子的固定方式也会影响到整个线束系统的可靠性。在汽车运行过程中,端子会受到各种振动、冲击等机械应力的作用,因此需要采取合理的固定方式将端子牢固地固定在电路板上。并且,为了防止端子松动或脱落,还需要在设计 and 制造过程中进行有效的质量控制和安装调试。另一方面,连接器是用于连接不同的电缆或导线,以构成完整的电气回路。其中,优质的连接器应具备较高的电气性能和机械性能,同时还要具备一定的耐高温、耐低温、耐腐蚀等特性。制造工艺也是影响连接器可靠性的关键因素,包括注塑、组装、检测等工艺环节,需要严格控制质量和精度。此外,连接器的接触方式主要有插针式和插孔式两种,插针式连接器依靠插针与插孔的接触实现电连接,因此需要保证插针和插孔的配合精度和接触稳定性。而插孔式连接器则是通过插孔与插针对应的接触实现电连接,因此需要保证插孔和插针的形状和位置精度以及相互配合的稳定性^[3]。为了确保连接器的可靠性,需要对连接器的配合尺寸进行严格的设计和控制在,同时选用适合的安装方式和紧固件。最后,汽车连接器一般都会进行密封处理以防止尘土和水汽的侵入。而为了保证连接器的可靠性,就需要保证连接器的密封性,防止因水汽和其他异物的侵入导致接触不良或短路等问题。

2.3 线束保护设计可靠性

汽车线束系统是汽车电气系统的关键组成部分,其可靠性直接影响到汽车的安全性、可靠性和行驶性能。因此,线束保护设计是汽车线束系统可靠性分析的重要环节之一。(1)线束固定和支撑设计是线束保护设计

的重要组成部分。要选择合适的固定方式和支撑材料,确保线束在汽车行驶过程中能够保持稳定,防止线束松动或脱落。同时,要考虑到线束的弯曲半径和受力情况,以避免线束受到过度应力而受到损伤。(2)由于汽车线束系统需要在各种复杂的环境下工作,所以要考虑到防水和防尘设计。对于一些高湿、涉水或户外使用的线束,要采取防水措施,如采用防水护套、密封胶等材料,以防止水分进入线束而引起短路或故障。并且,要考虑到防尘设计,以避免尘土和污垢对线束的影响。

(3)汽车线束系统在工作中会受到各种机械作用和热作用的影响,因此要考虑到耐磨和阻燃设计。耐磨材料可以延长线束的使用寿命,防止线束因磨损而损坏;阻燃材料可以降低线束燃烧的风险,防止因燃烧而引起的火灾或爆炸。(4)汽车电气系统中存在各种电磁干扰源和敏感元件,所以要考虑到线束的防电磁干扰设计。要选用具有防电磁干扰特性的线缆和连接器,而在线束的布局 and 结构上也要采取相应的措施,以降低电磁干扰对线束的影响,确保线束的正常工作。(5)汽车线束系统在过载情况下容易受到损伤,因此在线束设计中也要考虑到过载情况下的热效应问题,以避免因过载而引起的火灾或爆炸等安全问题。

2.4 合理确定线路的设计长度

在汽车线束系统中,线路的设计长度直接影响到整个系统的电阻、电压降、信号传输质量和系统可靠性。因此,合理确定线路的设计长度对于提高汽车线束系统的可靠性具有重要意义。第一,汽车的整体布局和结构是影响线路设计长度的主要因素之一。汽车的发动机、底盘、车身等部件的位置和结构都会对线束系统的线路设计长度产生影响。因此,在汽车设计初期,需要对汽车的布局和结构进行整体考虑,以确定合理的线路设计长度^[4]。第二,导线的电阻率、电流容量、电压降等电气性能参数需要与系统的电气性能要求相匹配。对于高电压、大电流的电路,需要适当增加线路长度以减小电压降和电阻损失,而对于信号传输质量和速度要求较高

的电路,需要尽量缩短线路长度以减小信号传输时间和损失。第三,过长的线路会增加安装和维修的难度,也容易导致线束磨损和干涉,因此需要在保证电气性能的前提下,尽量缩短线路长度,以提高安装和维修的便利性。第四,线路设计长度还需要考虑到安全性。过长的线路容易受到电磁干扰和机械应力的影响,增加线路短路、断路、火灾等安全风险。所以,在确定线路设计长度时,需要采取相应的措施,如使用高可靠性导线、增加线路保护套等,以提高线束系统的安全性。第五,汽车线束系统的设计还需要符合相关行业标准的要求,如ISO 11898-1等。这些标准中规定了汽车线束系统中导线的电阻率、电压降等电气性能参数的允许范围。因此,在确定线路设计长度时,需要参考相关行业标准,以确保线束系统的电气性能符合要求。

结语

综上所述,在汽车设计和生产过程中,要充分考虑汽车线束系统的可靠性,通过优化设计和选用高可靠性组件来降低故障率和提高电气系统的稳定性,包括回路设计可靠性、端子和连接器可靠性、线束保护设计可靠性等方面。未来,相关部门应加强对其的进一步研究,以满足不断变化的市场需求,提高汽车行业的整体竞争力。

参考文献

- [1]黄江涛,刘广浩,李凯,王国冰,王登科,焦东坡.汽车线束设计阶段降成本的研究与应用[J].汽车零部件,2020,(11):54-57.
- [2]谷孝卫.TH公司汽车线束流水线生产效率提升研究[D].西安电子科技大学,2020.
- [3]张震华,赵旺增,李林锋,闫亮亮,牛鹏浩,郭雅萍.防错技术在汽车线束设计与制造中应用研究[J].汽车电器,2020,(12):49-53+56.
- [4]郭雅萍,张震华,张书建,杨三军,闫亮亮,牛鹏浩.谈汽车线束制造数字化推进与实施[J].汽车电器,2020,(11):38-41+44.